

KOMPONEN KIMIA MINYAK ATSIRI PALA MABA
(*Myristica succedanea*)
CHEMICAL COMPONENTS OF ESSENTIAL OIL OF PALA MABA
(*Myristica succedanea*)

Andria Augusta

Lab. Fitokimia, Balitbang Botani, Puslitbang Biologi-LIPI
Jl. Ir. H. Juanda 22, Bogor-16122, e-mail: phytochi@indo.net.id

ABSTRAK

Pala maba (*Myristica succedanea*) memiliki bentuk morfologi yang tidak jauh berbeda dengan pala (*M. fragrans*), bahkan keduanya memiliki aroma yang tidak jauh berbeda satu sama lain. Penyarian secara distilasi air terhadap daun, daging buah, biji dan fuli pala maba menghasilkan minyak atsiri berturut-turut, 0.32, 0.03, 2.89 dan 2.36 % Hasil analisis GCMS memperlihatkan bahwa keempat jenis minyak atsiri tersebut memiliki komponen karakteristik seperti safrol, miristisin dan elemisin yang telah dikenal memiliki aktivitas sebagai halusinogenik dan hipnotik.

Kata Kunci: *M. succedanea*, minyak atsiri dan organ tumbuhan

ABSTRACT

Morphology of pala maba (*Myristica succedanea*) is close to pala (*M. fragrans*), and their odor are identical. Water distillation on leaves, meat fruits, seeds and maces of pala maba yielded 0.32, 0.03, 2.89 and 2.36 % of essential oils respectively. The result of GCMS analyses showed that the essential oils content characteristic components, i.e safrole, myristicin and elemicin, known as hallucinogenic and hypnotic constituents.

Keywords : *M. succedanea*, essential oil, and the plant organ

PENDAHULUAN

Sebagian besar tumbuhan genus *Myristica* (Myristicaceae) adalah tumbuhan asli Indonesia (Heyne, 1987; Perry and Metzger, 1980; Kasahara and Hemmi, 1986). Salah satunya adalah pala (*M. fragrans*) yang sangat populer sejak lama di dunia internasional sebagai bumbu, penghasil minyak atsiri dan tentu saja sebagai bahan obat dengan berbagai macam khasiatnya (Eisner, 1994, Cocksley, 1996). Safrol, miristisin dan elemisin adalah tiga senyawa golongan fenil propenat yang merupakan ciri khas dari pala, dan berbagai studi farmakologi dari senyawa ini telah banyak dilaporkan (Budavari *et al.*, 1996; Duke, 1998). Salah satu jenis pala lainnya adalah *M. succedanea* yang di Maluku disebut dengan pala maba.

Pala maba memiliki morfologi yang hampir sama dengan pala (*M. fragrans*). Begitu juga dengan aroma dari daun, daging buah, biji maupun macisnya. Pada kenyataannya, pala maba sering digunakan sebagai pengganti pala sebagai bumbu masak (Kasahara and Hemmi, 1986). Hal yang sangat menarik untuk diungkap adalah kandungan kimia dari tumbuhan ini, terutama minyak atsirinya dengan aroma yang sangat identik dengan pala. Disamping itu, berdasarkan penelusuran pustaka belum ditemukan artikel yang melaporkan tentang kandungan kimia tumbuhan ini. Pada tulisan ini akan dilaporkan komposisi kimia minyak atsiri yang didistilasi dari daun, daging buah, biji dan macis pala maba yang dianalisis dengan kromatografi gas - spektrometri massa (GCMS).

METODOLOGI

Bahan. Bahan penelitian berupa daun, daging buah, biji dan macis pala maba dikoleksi dari Kebun Raya Bogor pada tanggal 22 April 1999.

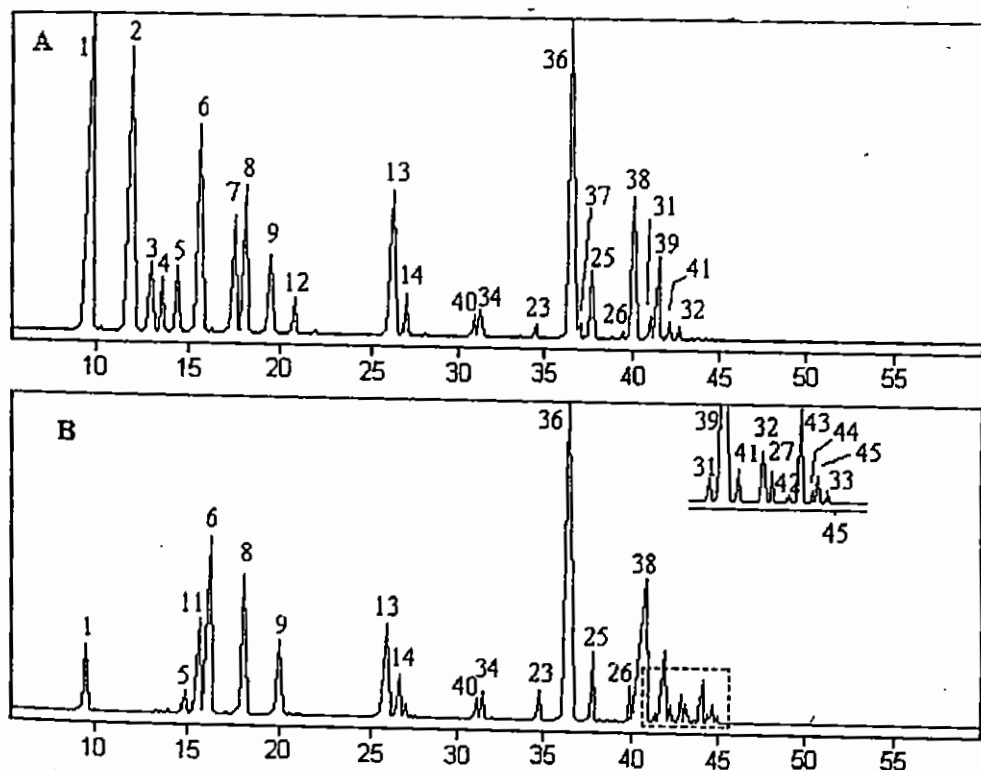
Jalan Penelitian. Seluruh bahan tumbuhan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan segar. Jika tidak langsung didistilasi setelah dipanen, bahan disimpan pada lemari pendingin dengan suhu -20°C menjelang proses.

Distilasi. Masing-masing seberat 650 g daun, 1.815 g daging buah, 281 g biji dan 34.55 g fuli didistilasi (distilasi air) secara terpisah selama lebih kurang 3 jam untuk tiap bahan. Minyak atsiri hasil distilasi yang diperoleh dibebaskan dengan Na_2SO_4 anhidrat.

Analisis Kromatografi Gas - Spektrometri Massa (GCMS). Masing-masing 0.45 μl minyak atsiri daun pala maba diencerkan dengan 3 tetes dietil eter lalu dianalisis dengan GCMS (Shimadzu QP-5000, Japan) dengan volume injeksi 0.01 μl . Kolom yang digunakan adalah Shimadzu CBP-5 (20 m x 0.25 mm) dengan fasa diam (film thickness) 0.25 mm 5 % fenil silikon. Temperatur kolom diprogram dari 50°C (isothermal 6 menit) sampai 80°C (isothermal 1 menit) dengan laju kenaikan suhu $2^{\circ}\text{C}/\text{menit}$. Selanjutnya suhu dinaikkan dengan laju kenaikan $4^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ sampai 200°C (isothermal 4 menit). Suhu injektor dan interfase masing-masing diprogram konstan pada 150°C dan 270°C . Ionisasi pada MS menggunakan sistem *electron impact* (EI) dan energi detektor (quadrupol) 1.25 Kv. Selanjutnya spektrum massa komponen target dibandingkan dengan data pada data base NIST.

HASIL DAN PEMBAHASAN

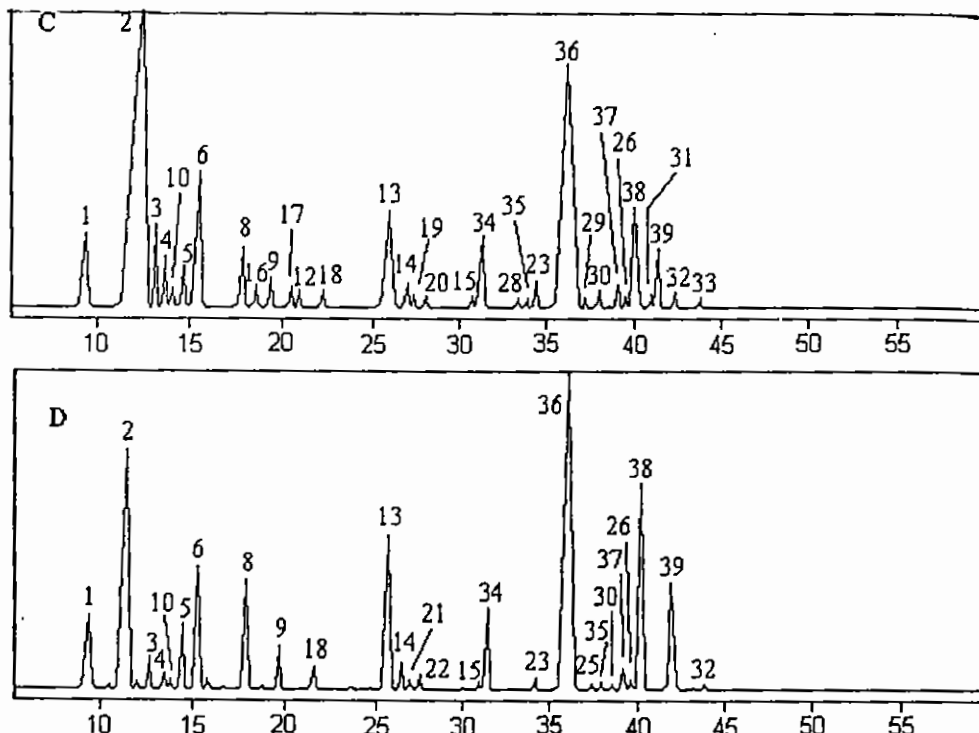
Dari hasil distilasi air daun, daging buah, biji dan macis pala maba (*M succedanea*) diperoleh minyak atsiri sekitar 0.32, 0.03, 2.89 dan 2.36% beturut-turut. Minyak atsiri yang diperoleh dari daun dan daging buah memiliki warna kekuningan, sedangkan minyak yang berasal dari biji dan fuli tidak berwarna sama sekali. minyak pala (*M. fragrans*).



Gambar 1. Kromatogram minyak atsiri daun (A), daging buah (B),

Distilasi. Masing-masing seberat 650 g daun, 1.815 g daging buah, 281 g biji dan minyak atsiri dari keempat bagian pala maba memiliki aroma yang identik dengan aroma 34.55 g fuli didistilasi (distilasi air) secara terpisah selama lebih kurang 3 jam untuk masing-masing minyak. Minyak atsiri hasil distilasi yang diperoleh dibebaskan dengan Na_2SO_4 anhidrat.

Analisis Kromatografi Gas - Spektrometri Massa (GCMS). Dilakukan seperti dalam metodologi, dan hasil analisis GCMS memperlihatkan bahwa minyak atsiri dari daun pala maba terdiri dari 25 komponen (Tabel I) dan gambar 1 dan gambar 2 dengan 14 komponen utama (kandungan diatas 1 %).



Gambar 2. Kromatogram minyak atsiri biji (C), macis (D),

Tabel I. Komposisi minyak atsiri pala maba

No.	Komponen	Komposisi (%) ^a				
		BM (M ⁺)	Daun	Daging Buah	Biji	Macis
1.	Monoterpena		73.68	42.90	63.15	37.88
2.	α -Pinena	136	21,23	4.41	3.39	3.00
3.	β -Pinena	136	21,24	**	46.69	21.15
4.	β -Mirsena	136	2,08	**	1.61	1.02
5.	α -Felandrena	136	1,04	**	0.76	0.52
6.	α -Terpinena	136	2,39	0.53	0.91	2.18
7.	Limonena	136	13,76	20.43	7.38	4.59
8.	Osimena	136	5,24	**	**	**
9.	γ -Terpinena	136	4,81	11.19	1.59	3.81
10.	Terpinolena	136	1,89	3.80	0.54	1.17
11.	β -trans-Osimena	136	**	**	0.28	0.44
	α -Terpinena (Tipe 2)	136	**	2.54	**	**
					5.68	11.38

Tabel I Lanjutan

No	Komponen	BM (M ⁺)	Daun	Daging Buah	Biji	Macis
	Monoterpen alkohol		68,2	6,48	5,68	11,38
12	β -Linalol	154	0,22	**	0,24	
13	4-Metil-1-(1-metiletil)-3-sikloheksen-1-ol	154	5,98	5,41	4,15	
14	α -Terpineol	154	0,62	1,07	0,43	
15	Isoborneol	154	**	**	0,11	
16	4-Metil-1-(1-metiletil)-3.1.0-bisiklo heksan-3-ol (tipe 1)	154	**	**	0,43	
17	4-Metil-1-(1-metiletil)-bisiklo-3.1.0-heksan-3-ol (tipe 2)	154	**	**	0,35	
18	<i>trans</i> -1-Metil-4-(1-metiletil)-2-sikloheksen-1-ol	154	**	**	0,28	
19	<i>trans</i> -3-Metil-6-(1-metiletil)-2-sikloheksen-1-ol	154	**	**	**	
20	1-ol	154	**	**	0,07	
21	<i>cis</i> -3-Metil-6-(1-metiletil)-2-sikloheksen-1-ol	154	**	**	**	
22	ol	154	**	**	**	
	<i>trans</i> -Piperitol					
	<i>cis</i> -Piperitol					
	Seskiterpena		2,10	3,16	0,83	0,35
23	Kopaena	204	0,11	0,61	0,35	0,13
24	Isokariofilina	204	1,23	**	**	**
25	α -Kariofilina	204	0,65	1,54	**	0,05
26	(1 <i>S</i> - <i>cis</i>)-1,2,3,5,6,8a-Heksahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil) naftalena	204	0,11	0,63	0,11	1,0
27	(E,E) 12-Metil-1,5,9,11-tridekatetraena	204	0,38	**	**	**
28	α -Kubebena	204	**	**	0,10	**
29	(Z) β -Farnesena	204	**	**	0,15	**
30	1aR-(1 α ,7 α ,7 α ,7 β)-1a,2,3,5,6,7,7a,7b-Oktahidro-1,1,7,7a-tetrametil-1H-siklopropanil naftalena	204	**	**	0,12	0,07
	Sikloterpen alkohol		0,27	0,79	0,23	0,09
31	Elemol	222	0,14	0,09	0,06	**
32	Guaiol	222	0,13	0,56	0,12	0,09
33	Guaiol (Tipe 2)	222	**	0,14	0,05	**
	Fenil propena		16,83	43,74	29,72	50,30
34	Safrol	162	0,63	0,75	1,46	2,21
35	Isoeugenol	164	**	**	0,22	0,06
36	Metil eugenol	178	9,95	27,01	21,72	29,67
37	Metil isoeugenol	178	0,28	**	0,52	0,98
38	Miristisin	207	4,68	12,24	4,35	13,57
39	Elemisin	190	1,61	3,74	1,45	3,81
	Lain-lain		0,30	2,89		
40	α -Fenil asetat		0,21	0,29	**	**
41	Tidak teridentifikasi	204	0,09	0,58	**	**
42	Tidak teridentifikasi	204	**	0,10	**	**
43	Tidak teridentifikasi	204	**	1,32	**	**
44	Tidak teridentifikasi	204	**	0,16	**	**
45	Tidak teridentifikasi	204	**	0,44	**	**
Total			100,00	99,96	96,61	100,00

Keterangan: *) merupakan persentase relatif yang dihitung berdasarkan luas puncak

**) tidak terdeteksi

Tabel II. Komposisi minyak atsiri pala (*M. fragrans*) (Agusta, 2000)

No.	Komponen	Kandungan % *)				
		BM (M ^r)	Daun	Daging Buah	Biji	Macis
	Monoterpena		87,24	73,29	81,95	68,61
1.	α -Pinena	136	29,18	16,56	22,48	16,85
2.	Kamfena	136	0,75	0,76	0,05	**
3.	β -Pinena	136	27,17	10,58	23,93	30,43
4.	β -Mirsena	136	4,85	39,93	4,78	3,01
5.	α -Fellandrena	136	2,56	4,46	0,79	1,13
6.	β -cis-Osimena	136	5,02	2,98	0,93	2,47
7.	1-Metil-4-(1-metiletil)-1,3- sikloheksadiena tipe I	136	2,21	4,17	1,55	3,04
8.	Limonena	136	10,48	10,92	9,92	8,48
9.	Osimena	136	0,41	0,23	**	**
10.	1-Metil-4-(1-metiletil)-1,3-sikloheksadiena tipe II	136	4,6	18,36	1,24	2,39
11.	γ -Terpinena	136	**	8,57	**	**
12.	cis-1-Metil-4-(1-metiletil)-2-sikloheksadiena	136	**	**	0,38	0,81
	Monoterpen alkohol		7,80	8,78	9,56	20,50
13.	γ -Terpinol	154		3,71		
14.	β -Linalool	154	0,85	0,85	0,63	0,76
15.	4-Metil-1-(1-metiletil)-3-sikloheksen- 1-ol	154	3,24	7,37	5,12	14,21
16.	Fenkol	154	**	**	0,56	**
17.	Bergamol	154	**	**	0,09	0,23
18.	4-Metil-1-(1-metiletil)-bisiklo 3.1.0. licksan-3-ol	154	**	**	0,47	0,23
19.	4-Thujanol	154	**	**	2,59	4,78
20.	trans-1-Metil-4-(1-metiletil)-2-sikloheksadien-1-ol	154	**	**	0,66	0,29
	Fenil propena		4,14	10,43	4,26	7,93
21.	Safrol	162	0,76	1,18	1,48	1,84
22.	Miristisin	207	3,15	8,49	2,50	5,55
23.	Elemisin	190	0,23	**	**	**
24.	β -Pentilanisol	150	**	0,43	**	**
25.	Isoeugenol	164	**	0,33	**	0,14
26.	Eugenol	164	**	**	0,15	0,13
27.	Metil eugenol	178	**	**	0,13	0,27
	Lain-lain		0,80	7,50	1,13	2,96
28.	Solanona	194	**	**	0,21	0,45
29.	Linalil propanoat	218	0,80	7,50	0,82	1,85
30.	α -Fenil asetat	194	**	**	0,10	0,26
31.	Terpinol asetat	196	**	**	**	0,26
32.	Tridekana	184	**	**	**	0,14
	Total		99,98	100,00	96,90	100,00

Keterangan: *) merupakan persentase relatif yang dihitung berdasarkan luas puncak tidak terdeteksi

**) Tidak terdeteksi

Dari 26 komponen yang terdeteksi pada minyak yang berasal dari macis (Tabel I, gambar 1 dan 2), 12 komponen diantaranya adalah komponen utama, yaitu α -pinena (3.00 %), β -pinena (21.15 %), β -mirsena (1.02 %), α -terpinena (2.18 %), limonena (4.59%), γ -terpinena (3.81 %), β -trans-osimena (1.17 %), 4-metil-1-(1-metiletil)-3-Sikloheksen-1-ol (10.05 %), safrol (2.21 %), metil eugenol (29.76 %), miristisin (13.57%)

dan elemisin (3.81 %).

Dari Tabel I terlihat bahwa minyak atsiri dari keempat bagian tumbuhan pala maba (daun, daging buah, biji, macis) didominasi oleh senyawa-senyawa dari golongan monoterpena dan fenil propena. Adapun monoterpena pada minyak pala maba sebagian besar sama dengan monoterpena yang terdapat pada minyak pala (*M. fragrans*), yaitu α -pinena, β -pinena, α -felandrena, α -terpinena, limonena, α -terpinena dan terpinolena (Tabel II). Begitu juga dengan senyawa-senyawa golongan fenil propena seperti safrol, metil eugenol, miristisin dan elemisin (Agusta, 2000) yang merupakan senyawa karakteristik pala minyak pala (Ashurst, 1995). Kesamaan komposisi utama inilah yang menyebabkan minyak pala maba memiliki aroma yang identik dengan pala biasa.

Safrol, miristisin dan elemisin merupakan senyawa karakteristik pada minyak pala maba. Akan tetapi untuk membedakannya dengan minyak pala biasa, ketiga senyawa ini tidak dapat digunakan sebagai penanda, tetapi harus dilihat dari kandungan senyawa guaiol. Pada minyak pala tidak ditemukan adanya senyawa ini, sedangkan keempat bagian tumbuhan pala maba mengandung guaiol walaupun dalam jumlah yang relatif kecil, yaitu 0.13 % (daun), 0.56 % (daging buah), 0.12 % (biji) dan 0.09 % pada bagian kulit. Walaupun demikian minyak pala maba dapat dijadikan sebagai substitusi untuk minyak pala karena minyak atsiri dari kedua jenis tumbuhan ini identik satu sama lain, baik secara kimia maupun aromanya.

Ditinjau dari aktivitas biologi dari masing-masing komponen utama minyak pala maba, dapat dijelaskan bahwa selain sebagai bahan parfum dan flavor, minyak atsiri ini dapat digunakan untuk terapi berbagai jenis penyakit. α -Pinena yang merupakan salah satu monoterpena utama pada minyak atsiri daun bersifat sebagai pencegah kanker (Stitt, 1990), herbisida (IC_{50} 30 μ M) (Keeler and Tu, 1991) dan *insectifuge* pada konsentrasi 50 ppm (Jacobson, 1990). Selain itu senyawa ini juga bersifat sebagai antiviral, sedatif, alelokimia, *tranquillizer*, *antifeedant*, antifu dan antiinflamasi (Duke, 1998). β -Pinena selain sebagai antiinflamasi dan antiseptik, juga bersifat sebagai candidisida, alelokimia, pestisida (Duke, 1998), herbisida (Keeler and Tu, 1991) dan *insectifuge* (Jacobson, 1990). Terpinolena, salah satu monoterpena yang dominan pada minyak atsiri daging buah bersifat sebagai antijamur (Keeler and Tu, 1991), *antifeedant*, deodoran, pestisida dan alelokimia (Duke, 1998).

Limonena, komponen karakteristik pada urumnya minyak atsiri dari jeruk-jerukan (Citrus) juga merupakan salah satu komponen utama pada minyak pala maba, terutama pada minyak daun (13.76%) dan daging buah (20.43 %). Limonena memiliki aktivitas sebagai anti asetilkolinesterase (IC_{25} 1.2 μ M), sedatif (ED 1-32mg/kg BB), antispasmodik (ED₅₀ 0.197 mg/ml) dan sebagai antitumor, terutama tumor payudara, pankreas dan tumor prostat (Duke, 1998; Grundy and Still, 1985). Disamping itu senyawa ini juga bersifat sebagai nematisida dengan nilai IC_{50} 100 μ g/ml dan sebagai herbisida dengan nilai IC_{50} 45 μ M (Keeler and Tu, 1991).

Metil eugenol dan metil isoeugenol memiliki beberapa kesamaan sifat yaitu sebagai anestetik, antibakteri, pestisida, pencegah kanker dan nematisida dengan harga MIC 1 mg/ml. Disamping itu metil eugenol dapat digunakan sebagai antioksidan (EC₅₀ 100 μ l/l), antiradikal (EC₅₀ 100 μ l/l) dan fungistatik pada konsentrasi 100 μ g/ml (Duke, 1998). Tetapi pada konsentrasi tinggi metil eugenol bersifat sebagai karsinogenik (Williamson and Evans, 1989). Sedangkan metil isoeugenol bersifat sebagai antihistamin, antispasmodik, herbisida (Harbone and Baxter, 1983), pencegah kanker (Stitt, 1990) dan *antiaggregant* dengan harga IC_{50} 56 μ g/ml (Duke, 1998). Selain itu, kedua senyawa ini banyak digunakan oleh petani untuk mengatasi serangan hama serangga tanaman karena bersifat sebagai penarik serangga (*insect attractant*) (Duke, 1998). Untuk mendapatkan manfaat dan khasiat dari metil eugenol, sebaiknya digunakan minyak yang berasal dari bagian daging buah, biji dan macis, karena masing-masing bagian ini mengandung metil eugenol cukup tinggi yaitu 27.01 %, 21.72 % dan 29.67 % berturut-turut (Tabel I).

Penggunaan minyak pala umumnya ditujukan untuk mendapatkan manfaat dari aktivitas biologi senyawa karakteristiknya, yaitu miristisin dan elemisin. Elemisin dan terutama miristisin memiliki aktivitas yang mirip dengan amfetamin (Duke, 1998) dalam mempengaruhi sistem syaraf pusat. Kedua senyawa ini dapat menimbulkan efek halusinogenik (Cooper-Driver, 1983) dan hipnotik (Iwu, 1993), dan pada konsentrasi tinggi akan bersifat sebagai narkotik (Budavari *et al.*, 1996) sehingga pada pertengahan abad ke-18 di Eropa pala digunakan sebagai stimulan (pengganti ekstasi, metilena dioksi metilamfetamina) atau bahan psikotropika (Eisner, 1994). Pada dosis 300 mg/kg BB, miristisin dapat memberikan efek sedatif sehingga dapat digunakan untuk mengatasi stres dan depresi atau perasaan tertekan. Pada kenyataannya,

aktivitas biologi miristisin sebagai stimulan, halusinogenik, hipnotik, antistress dan antidepresan lebih kuat dibanding elemisin. Hal ini disebabkan karena terjadinya pembukaan cincin metilena dioksi menjadi gugus dimetoksi pada elemisin, sehingga aktivitasnya jadi berkurang dibanding miristisin seperti aktivitas ekstasi dan turunannya 2,5-dimetoksi-3,4-metilendioksi amfetamin (Agusta *et al.*, 1997). Hal tersebut mengindikasikan bahwa keberadaan gugus metilena dioksi memiliki kontribusi yang signifikan terhadap aktivitasnya sebagai stimulan. Uniknya, elemisin juga dapat digunakan sebagai antiagregan dengan nilai IC_{50} 360 μ M (Janssens *et al.*, 1990).

Perlu diwaspadai bahwa penggunaan minyak pala maba secara berlebihan dan dalam jangka waktu lama dapat memicu timbulnya kanker pada hati. Terutama minyak yang berasal dari biji dan macis, karena mengandung safrol yang bersifat sebagai hepatotoksik dan hepatokarsinogenik (Perry and Metzger, 1980; Budavari *et al.*, 1996; Duke, 1998) dengan kandungan yang cukup tinggi yaitu 1.46 % dan 2.21 % berturut-turut (Tabel I).

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa daun, daging buah, biji dan macis pala maba (*M. succedanea*) mengandung minyak atsiri sekitar 0.32, 0.03, 2.89 dan 2.36 % berturut-turut. Minyak atsiri pala maba juga mengandung komponen karakteristik safrol, miristisin dan elemisin seperti halnya minyak pala (*M. fragran*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A., 2000, *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. ITB Press, Bandung, 45-78
- Agusta, A., Jamal, Y dan Harapini, M., 1997, Komponen Kirnia Minyak Atsiri Kayu Manis Halmahera. *Hayati*, 4 (1): 23-26.
- Ashurst, P.R., 1995, *Food Flavours*, Chapman & Hall, Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasgow, G64 2NZ, UK.
- Budavari, S. O'Neil, M.J. Smith, A. Heckelman, P.E. and Kinneary, J.F., 1996, *The Merck Index, An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*, 16*, Merck & Co., Inc., NY
- Cooksley, V.G., 1996, *Aromatherapy, A Lifetime Guide to Healing with Essential Oils*. Prentice Hall, NY
- Cooper-Driver, G.A., 1983, *Chemical Substances in Plants Toxic to Animals*. In Rechcigl, M.Jr. ed. CRC Handbook of Naturally Occuring Food Toxicants. CRC Press, Boca Ranton, FL
- Duke, J.A., 1998, *Phytochemical and Ethnobotanical Databases*, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland
- Eisner, B., 1994, *Ecstasy, The MDMA Story*, 12'h, Ronin Publ. Inc. Berkeley
- Grundy, D.L. and Still, C.C., 1985, Inhibition of Acetylcholinesterases by Pulegon-1,2-epoxide. *Oest. Biochem. and Physiol.* 23: 383-385
- Harbone, J.B. and Baxter, H., 1983, *Phytochemicals Dictionary, A Handbook of Bioactive Compounds from Plants*, Taylor & Frost, London
- Heyne, K., 1987, *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid III, Terjemahan Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan RI, Yayasan Sarana Warna Jaya, Jakarta
- Iwu, M.M., 1993, *Handbook of African Medicinal Plants*. CRC Press, Boca Ranton, FL

- Jacobson, M., 1990, *Glossary of Plant-Derived Insect Deterrents*, CRC Press, Inc. Boca Raton, FL
- Jenssens, J. Laekeman, G.M. Pieters, L.A.C. Totte, J. Herman, A.G. and Vlietinck, A.J., 1990, Nutmeg Oil: Identification and Quantitation of Its Most Active Constituents as Inhibitors of Platelet Aggregation. *J. of Ethnopharmacology*, 29 : 179-188
- Kasahara, S. and Hemmi, S., 1986, *Medicinal Herb Index in Indonesia*. PT. Eisai Indonesia, Jakarta
- Keeler, R.F. and Tu, A.T., 1991, *Handbook of Natural Toxin*, vol. 6, Marcer Dekker Inc. NY
- Perry, L.M. and Metzger, J., 1980, *Medicinal Plants of East and Southeast Asia Attributed Properties and Uses*. The MIT Press, London
- Stitt, P.A., 1990, *Why George Should Eat Broccoli*, Dougherty Co. Milwaukee
- Tyler, V.E., 1982, *The Honest Herbal*. George F Stickley Co., Philadelphia
- Yu, S.G. Anderson, P.J. and Elson, C.E., 1995, Efficacy of P-lonon in the Chemoprevention of Rat Mammary Carcinogenesis. *J. Agric. FoodChem.* 43: 2144-2147
- Williamson, E.M. and Evans, F.J., 1989, *Potter's New Cyclopedia of Botanical Drugs and Preparations*. The C.W. Daniel Co., Ltd., Essex, UK